

PCT/JP 00/07669

09/83009

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

30.10.00	
REC'D 10 NOV 2000	
WIPC	PCT

JPO017669

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年10月28日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第307199号

出 願 人

Applicant (s):

株式会社ソディック

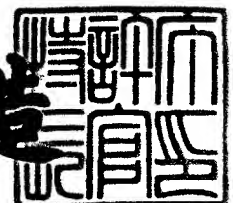
31 Priority
Paper
D-Stepoe
10-17-01

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 7月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3057189

特平 11-307199

【書類名】 特許願

【整理番号】 12161901

【提出日】 平成11年10月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 41/02

【発明の名称】 リニアモータおよびその製造方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社ソディック
福井事業所内

【氏名】 関 陽 一

【発明者】

【住所又は居所】 福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社ソディック
福井事業所内

【氏名】 長谷川 太 郎

【特許出願人】

【識別番号】 000132725

【住所又は居所】 神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号

【氏名又は名称】 株式会社 ソディック

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアモータおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

I 字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子を整列配置させたりニアモータにおいて、

前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 2】

複数個の永久磁石を列設した磁石板と I 字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、

前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を略閉塞して縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 3】

複数個の永久磁石を列設した磁石板と鉄心にコイルが巻回された複数個の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、

磁石板と対向する一端が所定の幅を有し、かつ他方端が複数個の電機子を整列配置させるための所定の寸法に製作された略 I 字状形状の積層された電磁鋼板の鉄心を有し、前記鉄心の凹部にコイルを巻回して製作された電機子と、

前記電機子を冷却する冷却部材が、少なくとも前記電機子のコイル巻付け部を覆って隣り合う前記電機子の間隙を縫うように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて連続的に折り返された形状に予め成形された扁平中空状の扁平冷却管と、

前記扁平冷却管の折り返された間隙に挿入された前記電機子と前記扁平冷却管を所定の位置に固定するための固定プレートにより構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 4】

前記冷却部材は、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する多数の孔を有するアルミニウム押出し成形材により形成されていることを特徴とする請求項 1、2 及び 3 の何れかに記載のリニアモータ。

【請求項 5】

I 字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子を整列配置させたりニアモータの製造方法において、

I 字状の複数枚の電磁鋼板を積層し、接着または溶接してコア状に形成した鉄心の凹部に絶縁材を介してコイルを複数層に巻回して個別電機子を形成するステップと、

前記電機子のコイル巻付け部を覆う幅を少なくとも有する扁平中空状の扁平冷却管を隣り合う前記電機子の間隙を埋めるように前記電機子のコイル部の外周法に合わせ、かつ前記電機子の取付ピッチに合わせて連続する S 字状に折り返して冷却部材を成形するステップと、

前記電機子の少なくとも 1 つを電機子取付ベースの所定箇所に仮固定するステップと、

前記仮固定された電機子に折り返された扁平冷却管間の間隙の開放している方向から差し込み、そして所要数の前記電機子を順次残る間隙に挿入するステップと、

前記扁平冷却管の一端を前記ベースの所定箇所に固定すると共に、前記複数個の電機子を S 字状の折り返し部分に挿入した状態で I 字状の鉄心の底部寸法を基準長として整列配置させて所定の取付け位置に固定するステップと、

前記扁平冷却管の他端を所定の取付箇所に位置決めして固定するステップと、を備えることを特徴とするリニアモータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は各種機械における移動体を移動させて所望位置に停止させる移動／位置決め手段としてのリニアモータに係り、特に電機子の冷却構造を改良したりニ

アモータとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、一般的な工作機械や測定器械等の種々の機械に用いられる例えばワークテーブルのような移動体を所定の直線路に沿って直進往復移動させると共に、所望の位置で停止させて位置決めする手段としてリニアモータが用いられている。最近では、例えば送りねじ機構等の他の伝動手段の介在を不要にする構造として評価され、種々の分野で一段と多用される傾向にある。

【0003】

このようなりニアモータには、例えば複数の永久磁石片を直線路に沿って配列させた磁石板により該直線路沿いの表面領域に磁場を形成しておき、前記磁石板の磁石片と電磁相互作用を行なう巻線を内蔵して磁石板に対して直進路に沿う直動推力を発生させる電機子を有するものがある。

【0004】

この種のリニアモータにおいては、モータの温度上昇により定格推力が制限されることから、リニアモータを冷却する冷却部材が設けられており、例えば電機子の磁極部とは反対側に冷却配管を配設するようにして、コイルから鉄心を経て伝達された熱を冷媒を介して外部に逃してモータの温度上昇を抑制して定格推力の低下を防止しているものがある。

【0005】

また、特開昭63-18956号公報には、I字状の鉄心を備え、コイルの下側に冷却管を備えたリニアモータ用冷却装置が開示されている。この従来のリニアモータは図7ないし図9に示すように、可動子1と、固定電機子4より構成され、可動子1はキャリア2と、このキャリア2の下面に固定された永久磁石3とを備え、固定電機子4は、ベース5と、このベース5の可動子1側の面より可動子1方向にI字状に突出する複数のI字状歯6と、これらのI字状歯6の所定個数を纏めたグループ毎に巻回され各グループのI字状歯を1つずつずらして複数段に設けられたコイル7と、を備えている。

【0006】

固定電機子 4 のベース上には、図 7 に示すように、冷却管 8 が隣接する I 字状歯 6 間に 1 本ずつ設けられている。この冷却管 8 は、図 7 の VIII-VIII 線切断平面図である図 8 に示すように、I 字状歯 6 を縫うように配設された蛇行管 8 A であっても良いし、図 9 に示すように、梯子状管 8 B であっても良い。図 8 に示す蛇行管 8 A においては、ガス状または液体状の冷媒が蛇行管 8 A の一端、例えば図中右端から供給されて他端、例えば左端に排出されるようにして循環されている。また、図 9 に示す梯子状管 8 B は、入口側ヘッダ 8 a と、出口側ヘッダ 8 b と、両ヘッダ 8 a, 8 b を橋絡する橋絡部 8 c と、を備え、入口側ヘッダ 8 a の右端側から供給された冷媒が出口側ヘッダ 8 b の右端側に循環されて、その際に橋絡部 8 c の入口側ヘッダ接続部から出口側ヘッダ接続部へと冷媒が流れることにより電機子 4 の発熱を冷却するようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、リニアモータを工作機械において使用する場合、工場内における機械の設置スペースの問題や、テーブル等の可動部の軽量化等のために、機械全体をなるべくコンパクトに製造することが望ましいため、駆動装置であるリニアモータもまた、その性能を維持しつつできるだけ小型化するようにしている。またリニアモータを工作機械の駆動装置として用いる場合、減速機構を介することなくリニアモータにより直接に移動体を高速度で移動させるため、大きな推力を発生させる必要もある。

【0008】

このため、回転型モータと比較して経時的な使用により高熱が発生し易いことになり、もしもリニアモータの冷却効率が悪い場合には、上述のようにリニアモータの温度上昇により定格推力が低下するという不都合ばかりでなく、リニアモータそのものやリニアモータを取り付けた機械の部材への熱の伝導が起こり、送り機構が熱変形して、位置決め精度や直進性能を著しく低下させる虞れや不都合もある。

【0009】

また、例えば工作機械の場合、駆動装置であるリニアモータは、駆動力を正確

に伝達し精密に位置決めするためにベッド部材やテーブル部材の間など比較的狭い空間に取り付けなくてはならず、取付場所の制約ばかりでなくその大きさの点からも種々の制約を受けることになる。さらに、リニアモータ自身が発する強力な磁力のための磁性ゴミ対策のために、リニアモータが外部に対して密閉されることが多いので、閉鎖的な空間の中で熱が籠もり易くなることが多い。このため自然冷却が困難な場合が多く、また上述した熱変形や定格推力の低下等を生じさせないためにも、冷却手段を用いてリニアモータを十分に冷却する必要がある。

【0010】

上述の熱の発生に対する対策を十分に講ずる必要性に加えて、工作機械に使用されるリニアモータでは、 $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ 単位の高精度な位置決め制御を行なうことができるように、どの位置であっても発生する駆動推力が均一であることが要求される。このため、機械の送り機構に取付けることができるように、リニアモータをできる限り小型化しつつ、リニアモータのトルクリップルやコギングを極力小さなものにしなければならない。そこで、隣接する磁極鉄心上端の間隔を適度に狭くして鉄心上の磁束密度が適切に分布するように構成しなければならない。

【0011】

しかしながら、上述した従来のリニアモータ用冷却装置によれば、巻線に電圧を印加することにより発生するリニアモータの熱は、電機子の鉄心間に配設された冷却配管や、継鉄部側に配設された冷却配管によって冷却しているために、発明者らの実験によれば工作機械に用いる場合には上述の制約のため、渦電流により鉄心に発生した熱や複数の巻線間に発生した熱を十分に冷却することが困難であった。

【0012】

また、リニアモータの電機子を製造する際に、予め鉄心が形成されているので冷却配管を鉄心間に敷設した後にコイルを巻回する場合には、鉄心間に巻き線機による作業領域を確保しておく必要があり、高密度にコイルを巻き回すことが困難であると共に冷却配管をコイル領域全体に密着させることが困難である。上記のような製造手順を入れ換えてコイルを巻き回した後に冷却配管を取り付ける場

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第1の基本構成に係るリニアモータは、I字状の電磁鋼板が積層されたコア状の鉄心と、この鉄心の凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子を整列配置させたりニアモータにおいて、前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴としている。

【0018】

上記のように、I字状の特殊な形状をした電磁鋼板を積層した鉄心の凹部にコイルを巻回すると共にこのコイルの外側に扁平冷却管が直接当たるように配設したので、発熱する可能性の最も高いコイルを近傍より冷却することができ、最も効率の良い冷却を行なうことが可能となる。また、冷却管を扁平にしてコイルに密着させることにより、コイルばかりでなくこの扁平冷却管も隣接するI字状鉄心の間隙の空間に収納することができるので、冷却効率の向上ばかりでなく冷却管配設スペースの有効利用も可能となる。

【0019】

また、本発明の第2の基本構成に係るリニアモータは、複数個の永久磁石を列設した磁石板とI字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を略閉塞して縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴としている。

【0020】

上記のように複数の永久磁石よりなる磁石板を備えると共に同期形リニアモータに本発明を適用しても第1の基本構成に係るリニアモータと同様に、冷却効率の向上を可能にすることができ、また、I字状の鉄心やコイルよりなる電機子の構造や扁平冷却管の構造は同一であるので、この第2の基本構成に係るリニアモータによっても冷却効率の向上と冷却管配設スペースの有効利用を図ることが可

合には、上述の公報に記載の複相巻き式コイル構造では鉄心間に冷却配管を挿入することができず部分的な冷却構造となる。

【0013】

一方、I字状歯の鉄心構造としては、特開平5-83923号公報に記載の単相巻リニア誘導モータのI字状歯の鉄心凹部にコイルを巻回したものが開示されている。この公知例には電機子の冷却構造は開示されておらず冷却についての課題が残されている。この種の構造のリニアモータでは、効率的な冷却を行なうために熱変換容積の大きい冷却配管を鉄心間に挿入するスペースを確保するために磁極の間隙を広く取る必要性が予想されトルクリップルやコギングの問題も残されている。また、冷却配管を鉄心間に挿入するとき鉄心に巻かれたコイルに損傷を与える虞もある。

【0014】

このように、どちらの方式においても生産性が上がらないという問題があり、要求される性能を維持しつつ小型化されたりニアモータの電機子の生産性を高めることが難しかった。

【0015】

また、他の先行技術として、矩形状コア（突磁極部）の周囲にコイルを設け、この突磁極部とコイルとの間にコイル冷却用部材としてのボビンを設けたりニアモータの冷却構造が、特開平9-154272号公報に開示されている。しかしながら、このコイル冷却用部材としてのボビンは、磁極部よりも熱伝導率の高い例えばアルミニウム等の非磁性材料によりコイルの内側で面接触するように形成されているが、冷媒は少なくともボビンの一部を流通しているだけであり、また、ボビンは単純な構造ではないためにその製造コスト、製造の容易性についてさらに検討するべき課題が残されている。

【0016】

本発明は、上記問題点を解消するためになされたものであり、コンパクトな構造によりリニアモータの電機子に発生する熱を効率的に冷却できると共に、トルクリップルやコギング等が小さくて高精度の位置決め制御特性を備え、製造が容易なりニアモータおよびその製造方法を提供することを目的としている。

た鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数個の電機子を整列配置させたりニアモータの製造方法において、I字状の複数枚の電磁鋼板を積層し、接着または溶接してコア状に形成された鉄心の凹部に絶縁材を介してコイルを複数層に巻回して個別電機子を形成するステップと、前記電機子のコイル巻付け部を覆う幅を少なくとも有する扁平中空状の扁平冷却管を隣り合う前記電機子の間隙を埋めるように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて、かつ前記電機子の取付ピッチに合わせて連続するS字状に折り返して冷却部材を成形するステップと、前記電機子を少なくとも1つを電機子取付ベースの所定箇所に仮固定するステップと、前記仮固定された電機子に折り返された扁平冷却管間の間隙の開放している方向から差し込み、そして所要数の前記電機子を順次残る間隙に挿入するステップと、前記扁平冷却管の一端を前記ベースの所定箇所に固定すると共に、前記複数個の電機子をS字状の折り返し部分に挿入した状態でI字状の鉄心の底部寸法を基準長として整列配置させて所定の取付け位置に固定するステップと、前記扁平冷却管の他端を所定の取付箇所に位置決めして固定するステップとからなることを特徴としている。

【0025】

このようなステップにより扁平冷却管を複数列設されているI字状の電機子の隣接する2つの間隙に密着した状態で隙間なく配設することができ、スペース的に限られた部分に冷却効率の良い構造の扁平冷却管を手際よく配設することができ、作業効率を大幅に向上させることができると共に、鉄心、コイル、扁平冷却管を限局された狭隘な空間にコンパクトに収納することができ、リニアモータの電機子側に無駄な空間を生じさせないようにして、固定側、移動体側の何れに用いられてもリニアモータ全体の小型化を図れる。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るリニアモータおよびその製造方法の実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の好適な実施形態に係るリニアモータおよびその製造方法を示す平面図であり、ベースプレート上に取り付けられた電機子と冷却部材との全体的な構成が示されている。

能となる。

【0021】

また、本発明の第3の基本構成に係るリニアモータは、複数個の永久磁石を列設した磁石板と鉄心にコイルが巻回された複数個の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、磁石板と対向する一端が所定の幅を有し、かつ他方端が複数個の電機子を整列配置させるための所定の寸法に製作された略I字形状の積層された電磁鋼板の鉄心を有し、前記鉄心の凹部にコイルを巻回して製作された電機子と、前記電機子を冷却する冷却部材が、少なくとも前記電機子のコイル巻付け部を覆って隣り合う前記電機子の間隙を縫うように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて連続的に折り返された形状に予め成形された扁平中空状の扁平冷却管と、前記扁平冷却管の折り返された間隙に挿入された前記電機子と前記扁平冷却管を所定の位置に固定するための固定プレートにより構成されていることを特徴としている。

【0022】

このような構成を有する第3の基本構成に係るリニアモータによれば、第1および第2の基本構成に比べてより具体的な構成が限定されているので、冷却効率が改善されると共にスペースの有効利用が図られたリニアモータを容易に実施することが可能となる。また、固定プレートを用いることにより、電機子の狭い間隙への扁平冷却管の配設が容易になると共に、扁平冷却管の端部の固定や折り返しを容易に行なうことができ、作業性を向上させた電機子の冷却構造を提供することが可能となる。

【0023】

上記第1ないし第3の基本構成において、前記冷却部材は、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する多数の孔を有するアルミニウム押出し成形材より成る冷却管により構成するようにしても良い。このような容易に入手可能な材料を用いると共に冷却管の構造も簡単で加工も容易に行なえることから、製造コストの低減と共にリニアモータ全体のコンパクト化を図ることも可能となる。

【0024】

また、本発明に係るリニアモータの製造方法は、I字状の電磁鋼板が積層され

【 0 0 3 0 】

絶縁材 1 5 は、2 枚 1 組の略 U 字形状の成形品であり、鉄心 1 3 の長尺方向の両端から鉄心 1 3 の凹部形状に沿うように差し込まれて、鉄心の凹部を覆うように位置決めされた後、巻線機によりコイル 1 4 を巻回することにより 1 つの電機子 1 2 が形成される。したがって、絶縁材 1 5 の断面形状は、図 3 に示されるように鉄心 1 3 の凹部に沿うようにその上部側および下部側においてコイル 1 4 と鉄心 1 3 の基部 1 3 a、上部 1 3 b のそれぞれの内向側のテーパ面を電氣的に絶縁するために、上下に散開する形状となっている。絶縁材 1 5 は薄く成形できると共に熱伝導性が良く、電氣的に確実な絶縁性を有するように、例えば液晶ポリマー樹脂等により成形されていることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

各鉄心 1 3 に巻回されたコイル 1 4 が、3 相式である場合には、モータ駆動装置の U、V、W の 3 相線のうちの何れかの相の線が 1 つの鉄心に巻回され、これら U 相、V 相または W 相のコイルが U、V、W、U、V、W、U、V、W … と順に配列され、3 相線に並列に結線される。この 3 相線は、3 相ケーブルとしてコイル側リニアモータの外側に引き出されるか、コイル側リニアモータに固定された端子台に接続されて、モータ駆動装置の U、V、W の 3 相線に接続される。さらに、ケーブル端子を取り付けるようにしても良い。一方、コイルの他端側は 1 つに纏められてモータ本体内で接続されている。

【 0 0 3 2 】

次に、本発明の 1 つの特徴としての冷却部材について説明する。冷却部材としての扁平冷却配管 2 0 は、図 1 に示すように、S 字状に連続的に折り曲げられた蛇行状の扁平配管となっており、その両端 2 0 a、2 0 b は第 1 のマニホールド 2 1 と第 2 のマニホールド 2 2 に溶接されて配管されている。扁平冷却配管 2 0 は、例えば自動車のラジエータに用いられるものを採用することができ、図 3 および図 6 に示すように、断面が扁平で内部に多数の冷却液を循環させるための透孔 2 5 が扁平冷却配管 2 0 の幅方向の全てにわたって形成されている。

【 0 0 3 3 】

したがって、従来のパイプ形状の配管と比較して配管内を流す冷却液量を充分

【0027】

図1において、リニアモータ10は、ベースプレート11上に取り付けられた電機子12と冷却部材としての扁平冷却配管20とを備えており、電機子12の鉄心13はI字状の例えば珪素鋼板からなる電磁鋼板を積層して溶接または接着することにより構成されている。電機子12の詳細な構成は図3に示されており断面I字状の鉄心13の凹部に絶縁材15を被覆した上からコイル14を巻回することにより個々の電機子12が構成されている。

【0028】

I字状の鉄心13は幅広になっており、図2および図3に示すように、隣接する基部13a同士を互いに接するようにして、ねじ16によりベースプレート11に取り付けられている。この基部13aの高さ(図中、H1で示す)は隣接する基部の間に発生する磁力線がこの部分を通過するときに、磁束が飽和しない程度の高さに設定されている。また、鉄心13の上端部13bはできるだけ幅広に形成されているが、ベースプレート11に取り付けられたときに隣同士の鉄心の隙間が電機子12に対向配置される磁石板の永久磁石との間隔の2倍程度になるように形成されている。このようにして、隣接する鉄心13間で磁束がショートするのを防止しながら鉄心の上下端の幅をできるだけ広くすることによりトルクリップルを減少させるようにしている。また、鉄心13の底面部位の所定箇所には、この鉄心13をベースプレート11にねじ止めするためのタップ孔13cが形成されている。

【0029】

前記電機子12は、鉄心13の中間部分のくびれた凹部に成型品である前記絶縁材15を嵌め込んでからコイル14が巻回されており、巻線機により1つ1つの鉄心13にコイル14を巻回するので、所定の巻線数で高密度にかつ所定の厚さで巻回することができ、個々の電機子12の電磁特性が可及的に一定の値となるように形成される。このように、1つ1つの鉄心13にコイル14を高密度に巻回することにより、このリニアモータの推力が3個の鉄心毎にコイルを巻回する図7に示した従来のリニアモータの推力よりも減少する割合を小さくすることができる。

に取ることができると共に発熱体に接する表面積を広く取ることができる。扁平冷却配管 20 の両端はマニホールド 21, 22 の所定高さ位置に設けられた長孔に挿入された状態でろう付けされており、透孔 25 はマニホールド 21, 22 の配管孔に冷却液が流通可能なように連通されている。このように、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する多数の孔を有する扁平冷却配管 20 を用いることにより、マニホールドの一方から供給される冷却液が一方向に淀みなく配管内を流れ他方のマニホールドから排出され効率的な冷却が図れる。

【0034】

電機子 12 のコイル 14 の周りには絶縁材 16 が巻かれている。この絶縁材は例えば接着剤が塗布された絶縁材 15 と同様のフィルムまたは絶縁紙テープが使用される。この絶縁材 16 は、後述する組立工程において扁平冷却配管 20 の間に電機子 12 を挿入し固定する時にコイルのエナメル塗料の損傷を防ぎ、扁平冷却配管 20 電機子 12 との密着性を高める。また、ベースプレート 11 には、電機子 12 の鉄心 13 を固定するためのねじ（図示せず）用の孔 18 が所定の位置に複数穿設されている。

【0035】

以上のように構成された、鉄心 13 とコイル 14 とを含むコイル側リニアモータはこれら全体を樹脂によりモールドしている。モールド樹脂は、例えば熱硬化性樹脂であるエポキシ系樹脂が用いられ、このエポキシ系樹脂は、後述するモールド工程の際に溶融してコイル 14 と扁平冷却配管 20 との間に浸透した後、反応硬化したときにコイルや配管等の金属に対して優れた接着性を有している。それに加えて、電氣的な絶縁性も高く、かつ機械的強度も大きいばかりでなく寸法安定性もあり、高温となってもこれらの特性の低下は少ないことが確認されている。電機子 12 を扁平冷却配管 20 に挿入する際に電機子 12 に損傷を与える虞が無い挿入方法を採用すれば、このエポキシ系樹脂によるモールドを完璧に行なうことにより、前記絶縁材 16 を設ける必要がなくなる。

【0036】

次に、上記構成を有するリニアモータの製造方法について主として図 5 に従い詳細に説明する。まず、それぞれが I 字状の複数枚の電磁鋼板を積層させてから

接着または溶接によりコア状に形成した後タップ孔 13 c を加工した鉄心 13 を複数個、3 相により駆動する場合には 3 の倍数個用意する。図 5 に示す製造方法においては、鉄心は 9 個用意されている。この鉄心 13 のそれぞれの凹部に絶縁材 (図 3 の符号 15) を嵌めこんだ後、巻線機によりそれぞれの単相コイル 14 を複数層に巻回して複数の 9 個の個別電機子 12 を形成する。このとき、コイル 14 を鉄心 13 に巻回した後で、図 3 に示されるように、コイル 14 の外周側にも絶縁材 16 を巻き付けておく。

【0037】

扁平冷却配管 20 を図 5 に示す所要の寸法形状に予備成形した後、配管 20 の両端を溶接等の固定手段により第 1 および第 2 のマニホールド 21, 22 に設けられた長孔に固定する。このマニホールド 21 と扁平冷却配管 20 の高さ方向の固定位置は、配管 20 をベース 11 上に取付けて電機子 12 の鉄心 13 をベース 11 に固定するとき、鉄心 13 の基部 13 a と配管 20 とが衝突しない高さすなわち図 3 の H1 より上方の高さ位置である。

【0038】

次に、ベース 11 の両端の位置に電機子 12 をネジ 19 により仮止めして取付ける。そして、先に仮止めされた電機子 12 に合せて両端にマニホールドが取付けられた扁平冷却配管 20 を側面方向から移動させて略所定の位置に位置決めする。次に、残りの 7 つの電機子を順次図中の上方側に開放された 3 つの蛇行部分に 3 つの電機子 12 を挿入し、図中の下方側に開放された 4 つの蛇行部分に 4 つの電機子 12 を挿入していく。この冷却部材の蛇行部分は成形機により予めコイル外周の寸法に成形されており、挿入した複数個の電機子 12 を長手方向に整列させる案内として働き、挿入後はそれぞれの電機子は矩形板状のベースプレート 11 上の所定位置に位置決めされる。この状態で I 字状の鉄心 13 の底部寸法を基準長として整列配置された状態となっている。ベース 11 に穿設された孔 18 の位置と鉄心 13 の固定用のタップ孔 13 c と一致している。

【0039】

このとき、電機子 12 を図中の上下両方向から扁平冷却配管 20 の蛇行部分に挿入するのは、図 3 に示すように鉄心 13 の基部 13 a と先端部 13 b が扁平冷

却配管 20 の蛇行部分よりも幅広の形状となっているからである。扁平冷却配管 20 の蛇行部分の幅が、鉄心 13 の凹部にコイル 14 を巻回した電機子 12 コイル 14 の幅よりも同じか僅かに広めになるように蛇行部分が折り返されている。扁平冷却配管 20 は可塑性の材質で作られているが僅かな弾力性を有しており、コイル挿入時に幅を調整することもでき電機子 12 のコイルに損傷を与える虞がない。また、1つ1つの電機子 12 は、コイル 14 が単独で一定の厚さになるように正確に巻回されているので、コイルの巻幅が一定となるコイル 14 の側面の大部分が扁平冷却配管 20 に接することになる。

【0040】

その後、必要に応じて扁平冷却配管 20 の各部が個別の電機子 12 のコイル 14 の側面に確実に对接するように扁平冷却配管 20 の位置を直し、マニホールド 21 をベースプレート 11 に固定する。そして、全ての電機子 12 を所定の位置にネジにより固定する。次に図 5 に示すように、折り返し部材 23 を取付けた後に折り返し部材 23 の箇所から矢印のように当板を用いて大きく折り曲げると、第 2 のマニホールド 22 側の配管 20 が、下側から挿入した 4 つの電機子 12 の挿入口を塞ぐような位置になり、マニホールド 22 はベースプレート 11 の、図中の右下隅に固定される。このように扁平冷却配管 20 を折り返し部材 23 から折り返してベースプレート 11 の同じ側に配管する。

【0041】

図 6 は、ここまでのステップで組み立てられたリニアモータの外観を示す斜視図であり、図 5 の矢印 VI の方向から眺め、一部切り欠いて示したものである。扁平冷却配管 20 は、電機子 12 のコイル 14 に密着するようにして隣接する電機子 12 間を縫うように蛇行して設けられている。このような構造によれば、コイル 14 に冷却部材が当接していない箇所は蛇行部分の一方側の開放箇所のみということになる。蛇行部分の他方側の開放箇所は、折り返し部材 23 により折り返されてきて第 2 のマニホールド 22 (図 6 では図示せず) に連通する扁平冷却配管により開放箇所を塞がれるような状態になっているので、この部分は問題なく冷却される。なお、開放されている側に別途同種の扁平配管を用いて外周を包囲するようにすれば一層冷却効果が期待できる。

【0042】

次に、コイル14の一端を1ヶ所に纏めて接続し、他端を3相線にそれぞれ並列に接続する。3相線の入力側（供給側）は後の工程によりモールドされるので少し余裕を持たせて長めの3相ケーブル線としてコイル側リニアモータの外側に出售されている。このようにして組み立てられたコイル側リニアモータに型枠が載せられて、鉄心13の上端部13bの上面が埋没するまでモールド樹脂が注入されると、上記の3相ケーブル線を除いてコイル14、扁平冷却配管20が樹脂に浸漬される。この状態で加熱すると、モールド樹脂が溶融して流動性を呈し、やがて反応固化することになる。例えば、上記モールド樹脂では50℃程度から流動性を呈してコイル14と扁平冷却配管20の間に樹脂が浸透する。その後、150℃程度にまで加熱すると樹脂が熱により硬化してコイル14や扁平冷却配管20に接着される。

【0043】

以上のようにしてモールドされたリニアモータは、冷却された後にフライス盤等により所定の寸法になるように上面を切除し、鉄心13の上面を露出させる。コイル14の3相ケーブル線は、そのまま3相ケーブル線として外に出しておくか、または、コイル側リニアモータに取り付ける端子台（図示せず）に接続してリニアモータとして用いられることになる。

【0044】

以上のようにして組み立てられた本発明に係るリニアモータにおいて、コイル14で発生した熱が扁平冷却管に伝導する様子について図4を参照しながら説明する。図4は、図3と同一構成に対してコイル14で発生した熱が太線矢印のようにして冷却部材に伝搬し、冷却されていく様子を示している。図4において、コイル14で発生した熱は、まず横方向に矢印のように電機子12の外側に向かって伝導し、扁平冷却配管20の孔25を流れる冷媒によって冷却される。またコイル4で発生した熱は、鉄心13の本体内部にも伝導するが、鉄心13はI字状の形状をしているために、基部13aや上端部13bの方向に徐々に伝導し、扁平冷却配管20の上下の端部側で鉄心13の基部13aと上端部13bとに最も近接している部分でも熱の伝導が行なわれている。

【0045】

このように、コイル14の表面側全体を扁平冷却配管20が覆うような構成となっているので、コイル14の冷却は最も効率良く行なわれることになるが、さらに、鉄心13の本体内部方向に伝導された熱や鉄心で発生した熱も、鉄心13の基部13aや上端部13bの幅広の部分を介して扁平冷却配管20に伝えられるので、鉄心13の冷却も効率よく行なわれることになり、電機子12全体として極めて優れた冷却効果を発揮することができる。

【0046】

なお、上記実施形態の説明においては、3相同期形リニアモータを例にとって説明したが、同期制御のために対向する永久磁石列の位置を検出してフィードバックを行なう検出手段については、従来と同様の構成により実施することができる。また、移動体が永久磁石列を備えず、単に誘導体である誘導形リニアモータにおいてもコイル側リニアモータと同様な構成とすることができる。

【0047】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明に係るリニアモータによれば、鉄心にコイルを巻回し製作された電機子をコイルの外周形状寸法にあわせて予め成形された可塑性の扁平冷却管の蛇行部分の間に挿入して組み付けることができるので、コイルをI字状の鉄心の凹部に可能な限り高密度にかつ所定の幅で巻回することができると共に、このコイルおよび珪素鋼板の鉄心の上下両端部にまでわたって扁平冷却管が略々全面で当接することになり、コイルの発熱をより効果的に冷却することができると共に、これによりリニアモータの推力を低下させることがなく、トルクリップルやコギングの発生も防止することができる。また、鉄心の上端を幅広に形成しても組立の際の支障がないので、鉄心の上面を最大限に広げることができる。

【0048】

また、本発明によるリニアモータの製造方法によれば、扁平冷却管を複数列設されているI字状の電機子の隣接する2つの間隙に密着した状態で隙間なく配設することができ、スペース的に限られた部分に冷却効率の良い構造の扁平冷却管

を手際よく配設することができ、コイルに損傷を与える虞なく作業効率を大幅に向上させることができると共に、鉄心、コイル、扁平冷却管を限局された狭隘な空間にコンパクトに収納することができ、リニアモータの電機子側に無駄な空間を生じさせないようにして、固定側、移動体側の何れに用いられてもリニアモータ全体の小型化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態によるリニアモータの概略構成を示す平面図。

【図 2】

図 1 に示されたりニアモータの正面図。

【図 3】

1 つの個別電機子を冷却管と併せて示す拡大断面図。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態におけるコイルで発生した熱の冷却配管への伝達を示す部分拡大断面図。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態に係るリニアモータの製造方法を示す分解平面図。

【図 6】

図 5 の矢印 VI 方向から見たリニアモータを示す斜視図。

【図 7】

従来のリニアモータ用冷却装置の構成を示す正面図。

【図 8】

図 7 の VIII - VIII 線切断の第 1 の構成の冷却管を示す平面図。

【図 9】

図 7 の VIII - VIII 線切断の第 2 の構成の冷却管を示す平面図。

【符号の説明】

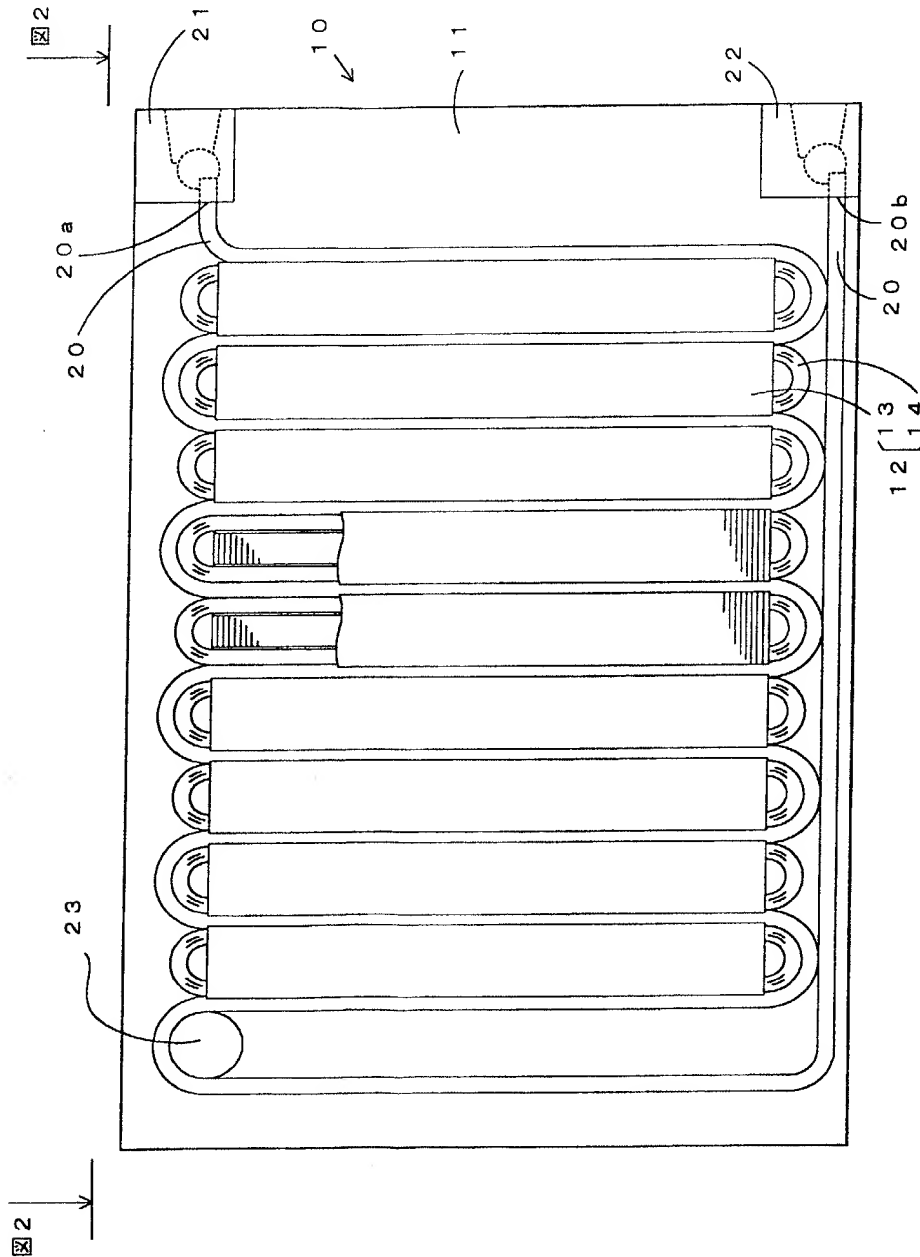
- 1 1 ベースプレート
- 1 2 電機子
- 1 3 鉄心

特平 11-307199

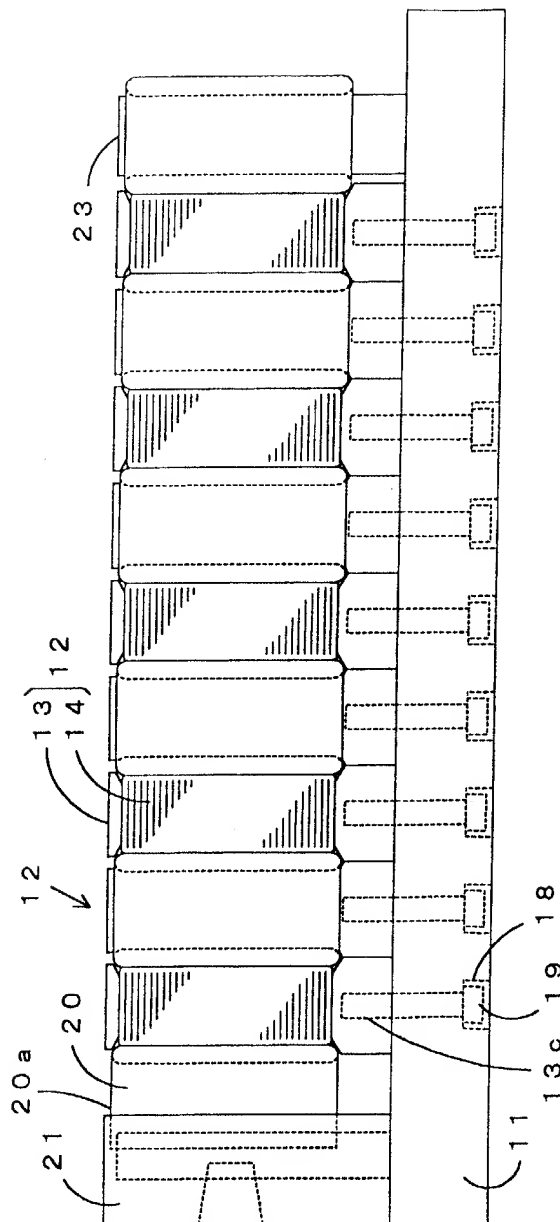
- 13 a 基部
- 13 b 先端部
- 13 c タップ孔
- 14 コイル
- 15 絶縁材
- 18 孔
- 20 扁平冷却管
- 20 a 一端
- 20 b 他端

【書類名】 図面

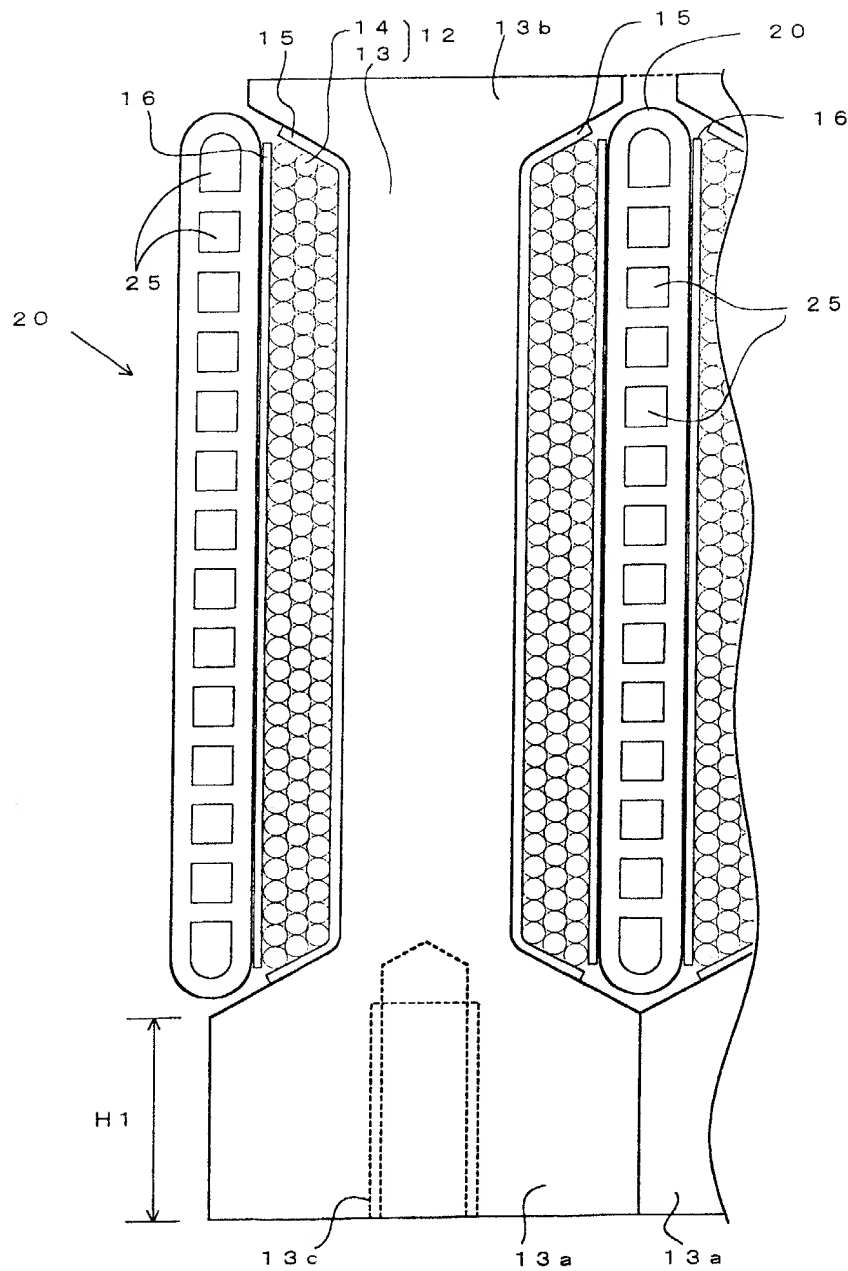
【図 1】



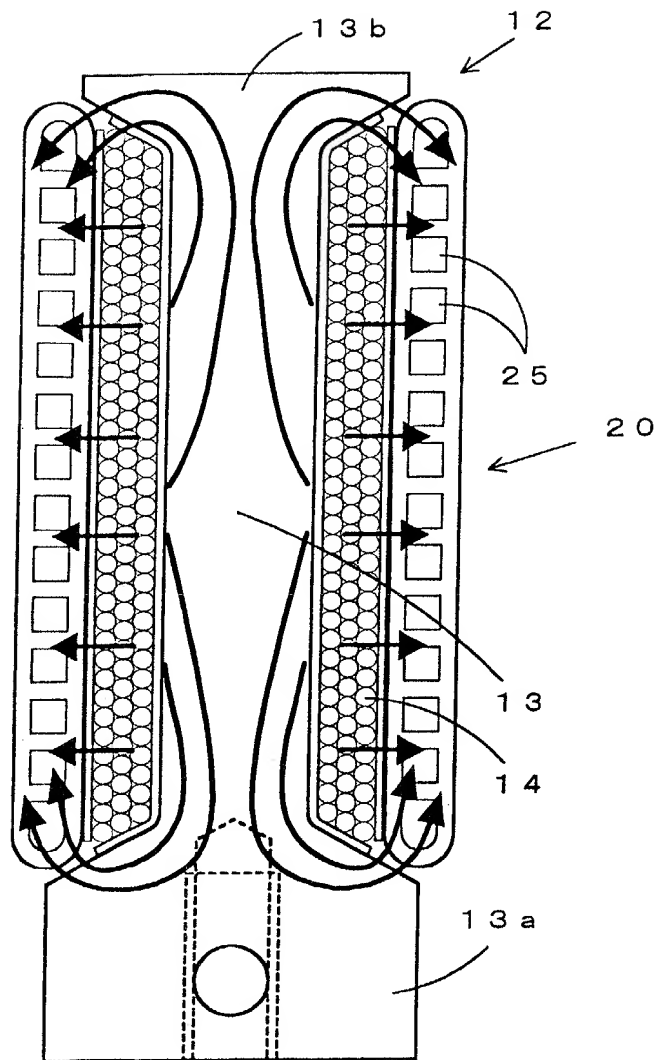
【図 2】



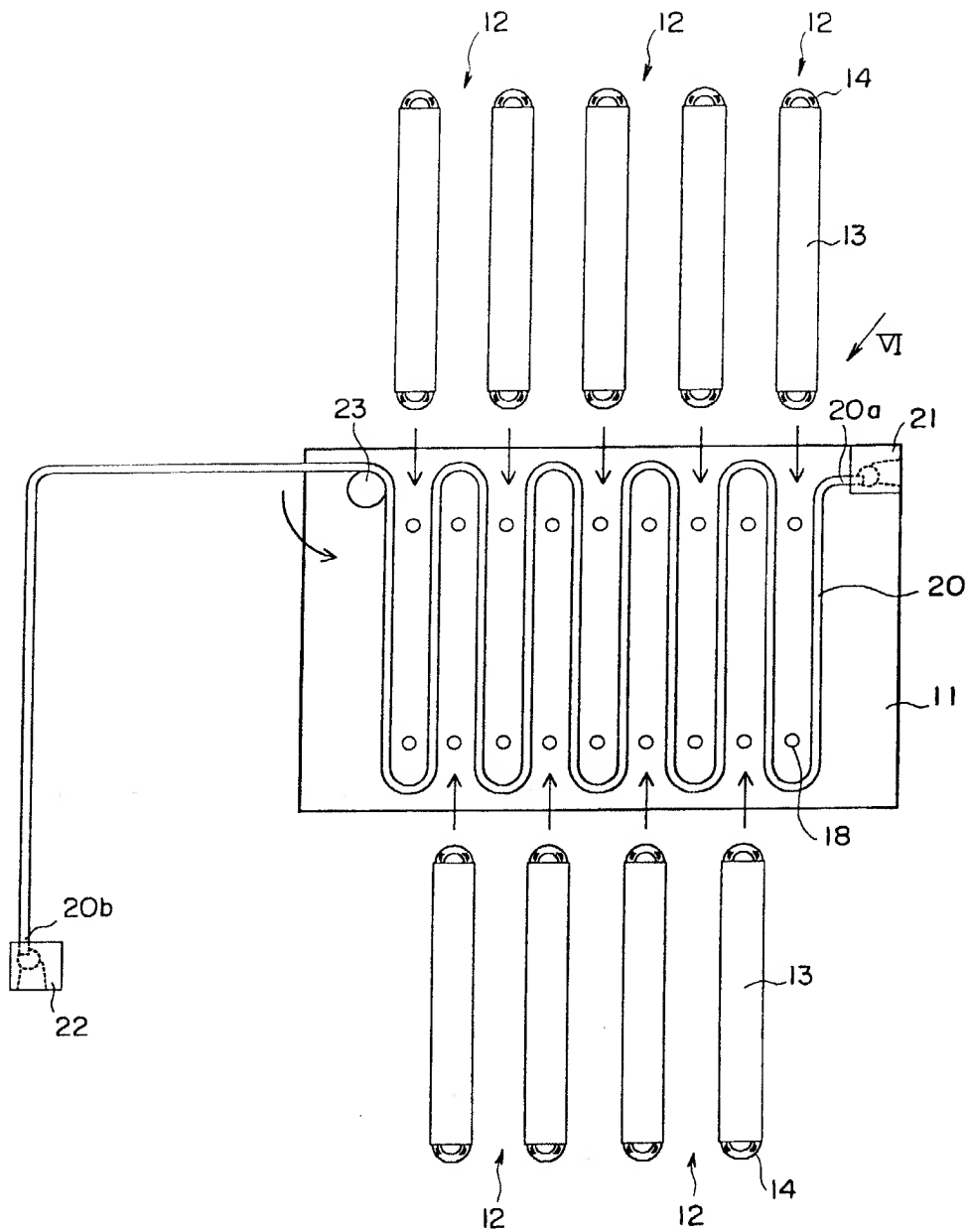
【圖 3】



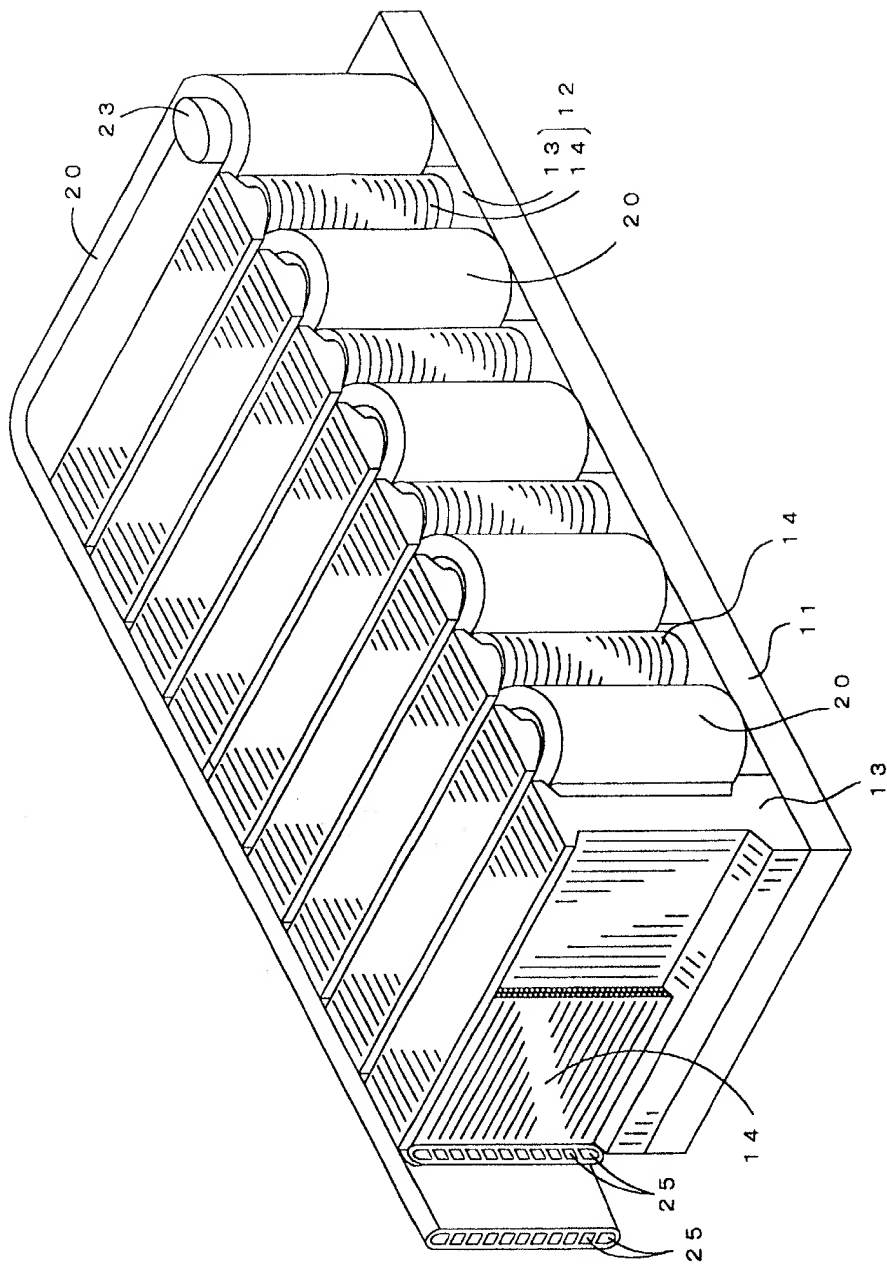
【図4】



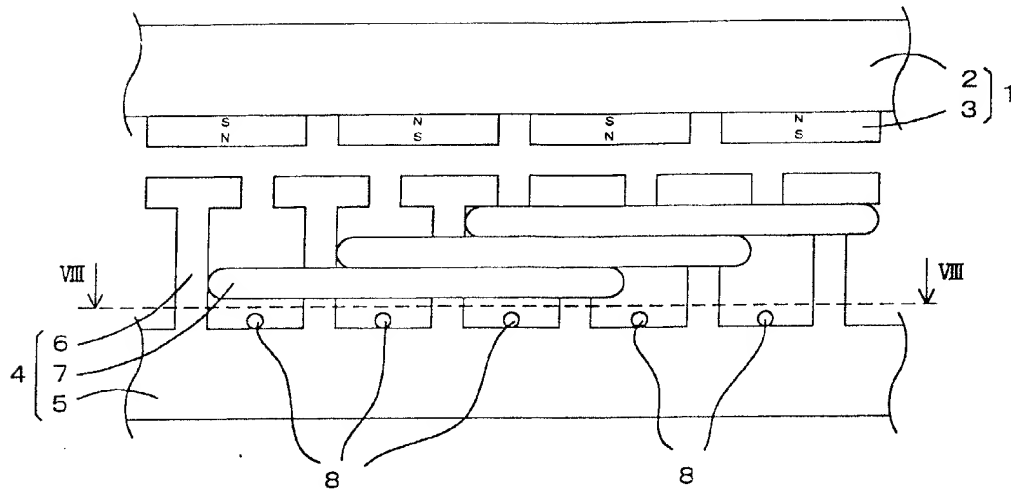
【図 5】



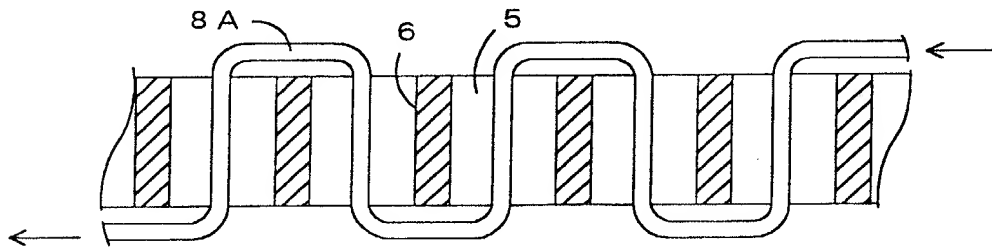
【図 6】



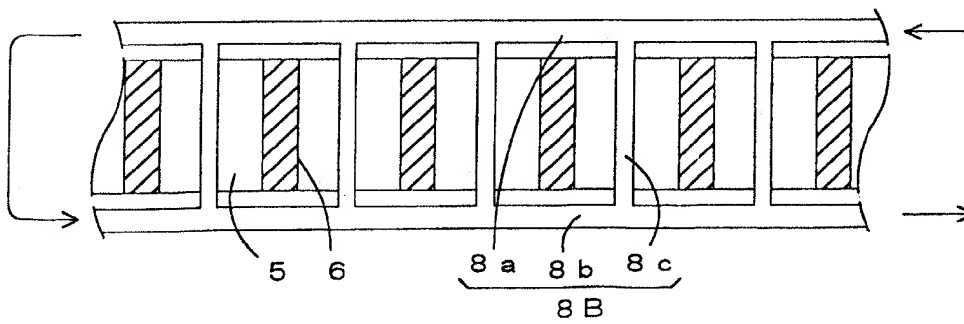
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電機子に発生する熱を効率的に冷却し、トルクリップルやコギング等が小さくて高精度の位置決め制御特性を有し、製造を容易にする。

【解決手段】 I 字状の電磁鋼板が積層された鉄心 1 3 とその凹部に巻回されたコイル 1 4 とからなる複数個の電機子 1 2 を整列配置させ、電機子 1 2 を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子 1 2 の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却配管 2 0 により構成されている。

【選択図】 図 1

特平11-307199

出願人履歴情報

識別番号 [000132725]

1. 変更年月日 1997年 1月 6日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号
氏 名 株式会社ソディック